

①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ Offenlegungsschrift  
⑪ DE 3526932 A1

⑤ Int. Cl. 4:  
G01P 3/42

⑳ Aktenzeichen: P 35 26 932.4  
㉑ Anmeldetag: 27. 7. 85  
㉒ Offenlegungstag: 29. 1. 87

Schöndeneigentum

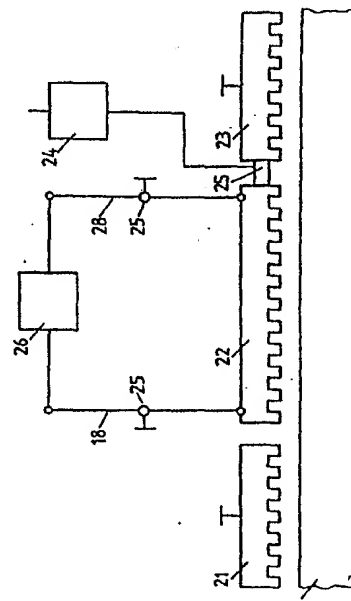
DE 3526932 A1

㉓ Anmelder:  
Brown, Boveri & Cie AG, 6800 Mannheim, DE

㉔ Erfinder:  
Kielgas, Hans, Dipl.-Ing., 6940 Weinheim, DE

⑤4 Geschwindigkeitsmeßeinrichtung für Schienenfahrzeuge

Die Erfindung bezieht sich auf eine Geschwindigkeitsmeßeinrichtung für Schienenfahrzeuge, wobei die Messung unabhängig vom Schleudern oder Gleiten eines oder mehrerer Radsätze des Fahrzeuges ist. Die Geschwindigkeit soll bei den großen installierten Leistungen bzw. Drehmomenten der heutigen Schienenfahrzeuge mit großer Genauigkeit gemessen werden. Ein genauer Meßwert wird unabhängig vom Schleudern oder Gleiten eines oder mehrerer Radsätze dadurch erzeugt, daß in einem mit dem Fahrzeug verbundenen »Ständer« einer Linearmaschine eine ein- oder mehrphasige Wechselspannung oder -strom mit fester oder variabler Frequenz eingespeist wird, wobei die Schiene den »Kurzschlußläufer« der Linearmaschine darstellt und die elektromagnetische Wechselwirkung zwischen dem Ständer der Linearmaschine und dem Kurzschlußläufer zur Ermittlung der Geschwindigkeit des Fahrzeuges ausgewertet wird. Im Bereich kleiner Geschwindigkeiten bis zum Stillstand wird ein Wicklungsstrang der Linearmaschine mit Wechselspannung konstanter Frequenzamplitude gespeist und die in dem zweiten, gegenüber dem ersten räumlich um 90° versetzten Wicklungsstrang induzierte Spannung wird phasenrichtig zur Speisespannung gleichgerichtet, wobei die gleichgerichtete Spannung der Fahrzeuggeschwindigkeit linear ist. Für höhere Betriebsgeschwindigkeiten der Schienenfahrzeuge wird die Linearmaschine mit zwei- oder mehrphasiger Drehspannung oder zwei- oder mehrphasigem Drehstrom variabler Frequenz gespeist und ...



DE 3526932 A1

## Patentansprüche

1. Geschwindigkeitsmeßeinrichtung für Schienenfahrzeuge, wobei die Messung unabhängig von dem Schleudern oder Gleiten eines oder mehrerer Radsätze des Fahrzeuges ist, dadurch gekennzeichnet, daß in einem mit dem Fahrzeug (6) verbundenen "Ständer" (2; 21, 22, 23; 31, 32, 33; 75) einer Linearmaschine eine ein- oder mehrphasige Wechselspannung- oder -strom mit fester oder variabler Frequenz eingespeist wird, die Schiene (1) den "Kurzschlußläufer" der Linearmaschine darstellt und die elektromagnetische Wechselwirkung zwischen dem Ständer der Linearmaschine und dem Kurzschlußläufer erfaßt und zur Ermittlung der Geschwindigkeit des Fahrzeuges ausgewertet wird.
2. Geschwindigkeitsmeßeinrichtung für Schienenfahrzeuge für geringe Geschwindigkeiten bis zum Stillstand nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß ein Wicklungsstrang (51) der Linearmaschine (53) mit Wechselspannung konstanter Frequenz und Amplitude gespeist wird und die in dem zweiten (52) gegenüber dem ersten räumlich um 90° versetzten Wicklungsstrang induzierte Spannung phasenrichtig zur Speisespannung (54) gleichgerichtet wird, wobei die gleichgerichtete Spannung ( $U_1$ ) ein lineares Abbild der Fahrzeuggeschwindigkeit ist.
3. Geschwindigkeitsmeßeinrichtung für Schienenfahrzeuge für höhere Geschwindigkeiten nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Linearmaschine mit zwei- oder mehrphasiger Drehspannung oder zwei- oder mehrphasigem Drehstrom variabler Frequenz gespeist wird und über eine Regeleinrichtung (4) die Frequenz der Speisespannung so eingestellt wird, daß die Geschwindigkeit des vom Ständer der Linearmaschine erzeugten Wanderfeldes die gleiche Geschwindigkeit wie das Fahrzeug (6) hat, so daß das Wanderfeld gegenüber der Schiene stillsteht und somit synchron zur Schiene ist.
4. Geschwindigkeitsmeßeinrichtung für Schienenfahrzeuge nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 und 3, dadurch gekennzeichnet, daß als Sensor (25) für die Regeleinrichtung eine Kraftmeßeinrichtung vorgesehen ist, die die von der Schiene auf den Ständer (22) der Linearmaschine ausgeübte Kraft in oder gegen die Fahrtrichtung mißt.
5. Geschwindigkeitsmeßeinrichtung für Schienenfahrzeuge nach einem oder mehreren der Ansprüche 1, 3 und 4, dadurch gekennzeichnet, daß als Sensor für die Regeleinrichtung eine Meßeinrichtung verwendet wird, die die von der Linearmaschine aufgenommene oder abgegebene Wirkleistung oder Wirkstrom mißt und die die bei Synchronismus vorhandenen Verluste abzieht.
6. Geschwindigkeitsmeßeinrichtung für Schienenfahrzeuge nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 und 3, dadurch gekennzeichnet, daß als Sensor für die Regeleinrichtung ein Phasendetektor (34) verwendet wird, der die Phasendifferenz der in zwei Meßwicklungen (35, 36) induzierten Spannungen mißt, wobei beide Meßwicklungen symmetrisch in Bezug auf senkrechte Achsen sind und eine erste Meßwicklung (35) im Nutenboden des Ständers und eine zweite (36) im Luftspalt zwischen Ständer und Schiene angeordnet ist, so daß die bei

Nichtsynchronismus auftretende Verschiebung des Wanderfeldes in oder gegen die Fahrtrichtung zu den vorher beschriebenen Phasendifferenzen in zugeordneten Meßwicklungen führt.

7. Geschwindigkeitsmeßeinrichtung für Schienenfahrzeuge nach Anspruch 1, 3 und 4 dadurch gekennzeichnet, daß der Ständer der Linearmaschine aus einem mittleren Teil (22) und zwei Endteilen (21, 23) besteht, und die Hauptwicklungen (37) sich über alle drei Teile erstrecken und die Kraftmeßeinrichtung (25) zur Beeinflussung der Regeleinrichtung nur von der Schiene auf den mittleren Teil (22) des Ständers in oder gegen die Fahrtrichtung ausgeübten Kraft beaufschlagt wird.
8. Geschwindigkeitsmeßeinrichtung für Schienenfahrzeuge nach Anspruch 1, 3, 4 und 5, dadurch gekennzeichnet, daß der mittlere Teil (22) des Ständers der Linearmaschine im Fahrzeug so gelagert ist, daß die Wirkung von horizontalen Beschleunigungskräften auf diesen mittleren Teil durch eine entsprechende Gegenmasse (26) aufgehoben wird.
9. Geschwindigkeitsmeßeinrichtung für Schienenfahrzeuge nach Anspruch 1, 3 und 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Ständer der Linearmaschine einteilig ausgeführt ist und die Meßwicklungen im mittleren Bereich des Ständers angeordnet sind, während sich die Hauptwicklungen über die gesamte Länge des Ständers erstrecken.
10. Geschwindigkeitsmeßeinrichtung für Schienenfahrzeuge nach Anspruch 1, 3 und 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Ständer der Linearmaschine einteilig ausgeführt ist und die Hauptwicklungen sich über die gesamte Länge erstrecken und die Wirkleistung oder der Wirkstrom für das Leistungsmeßteil dem mittleren Teil der Hauptwicklung entnommen werden.
11. Geschwindigkeitsmeßeinrichtung für Schienenfahrzeuge nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Meßeinrichtungen (phasenrichtiger Gleichrichter nach Anspruch 2, Regeleinrichtung nach den Ansprüchen 3, 4 und 5) Kompensations-einrichtungen enthalten, die störende Einflüsse, wie z. B. Änderung des Luftspaltes zwischen Ständer und Schiene, Änderung der Kupfer- und Eisenwiderstände infolge von Temperaturänderungen ausgleichen.

## Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf eine Geschwindigkeitsmeßeinrichtung für Schienenfahrzeuge, wobei die Messung unabhängig vom Schleudern oder Gleiten eines oder mehrerer Radsätze des Fahrzeuges ist.

Bei den großen installierten Leistungen bzw. Drehmomenten der heutigen Schienenfahrzeuge ist es erforderlich, daß die Geschwindigkeit mit so großer Genauigkeit gemessen wird, daß damit z. B. die Relativgeschwindigkeit der Räder gegenüber der Schiene (mechanischer Schlupf) mit hinreichender Genauigkeit ermittelt werden kann. Bei Schienenfahrzeugen ist der Haftwert zwischen Rädern und Schienen je nach Wetter und Schienenzustand starken Schwankungen unterworfen. Die installierte Antriebs- bzw. Bremsleistungen moderner Schienenfahrzeuge sind oft so groß, daß die Antriebs- bzw. Bremskräfte bei schlechten Haftwertbedingungen die Haftwertgrenze überschreiten. Die Folge ist bei Fahrbetrieb Schleudern, bei Bremsbetrieb Gleiten oder gar Blockieren der Radsätze. Dies muß verhindert

werden, da hierdurch Verschleiß oder Beschädigungen von Rädern und Schienen auftreten und außerdem bei großem mechanischen Schlupf der Reibwert und damit die Zug- oder Bremskraft wieder absinkt. Andererseits muß ein kleiner mechanischer Schlupf im Bereich unterhalb eines oder einiger Prozent vorhanden sein, damit überhaupt Kräfte vom Rad auf die Schiene übertragen werden können. Um nun die Antriebs- oder Bremskräfte durch eine geeignete Regel- oder Steuereinrichtung so genau dosieren zu können, daß keine unerwünschten Schlupfwerte zwischen Rad und Schiene auftreten, muß der Schlupf genau erfaßbar sein. Die Umfangsgeschwindigkeit der Räder läßt sich mit bekannten Drehzahlgebern aus der Drehzahl und dem Radumfang mit genügender Genauigkeit ermittelt. Die genügend genaue Messung der Fahrgeschwindigkeit dagegen bereitet Schwierigkeiten, da bei modernen Triebfahrzeugen in der Regel alle Achsen angetrieben oder gebremst sind (und damit schleudern oder gleiten können), so daß aus der Drehzahl einer oder mehrerer Achsen nicht sicher auf die tatsächliche Fahrgeschwindigkeit geschlossen werden kann. Verfahren, die darauf basieren, daß die Fahrzeuggeschwindigkeit aus den Drehzahlen der Radsätze durch Rechnung ermittelt und bei Schleudern oder Gleiten aller Radsätze durch Speichern der letzten Information erhalten wird, sind naturgemäß ungenau, wenn der Zustand des Schleudern oder Gleitens aller Achsen länger anhält. Außerdem fehlt ein Kriterium dafür, wann alle Achsen schleudern oder gleiten.

Bei einem anderen bekannten Verfahren wird die Fahrzeuggeschwindigkeit absolut, z.B. durch Radargeräte unter Ausnutzung des Dopplereffekts gemessen. Nachteilig ist hier die ungenügende Genauigkeit und die Abhängigkeit von Störgrößen wie z. B. unterschiedlicher Untergrund.

Nach einem weiteren bekannten Verfahren werden die in einem Radsatz bei Erreichen und Überschreiten der Haftwertgrenze in der Regel auftretende Dreh-schwingungen der Räder erfaßt. Dieses Mittel ist zwar ein sicheres Zeichen für das Schleudern einzelner Räder; dieses Verfahren erlaubt jedoch keine exakte Schlupfmessung.

Aufgabe der Erfindung ist es, eine Geschwindigkeitsmeßeinrichtung zu schaffen, die einen genauen Meßwert unabhängig vom Schleudern oder Gleiten eines oder mehrerer Radsätze liefert. Gemäß der Erfindung wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß in einen mit dem Fahrzeug verbundenen "Ständer" einer Linearmaschine eine ein- oder mehrphasige Wechselspannung oder -strom mit fester oder variabler Frequenz eingespeist wird, die Schiene den "Kurzschlußläufer" der Linearmaschine darstellt und die elektromagnetische Wechselwirkung zwischen dem Ständer der Linearmaschine und dem Kurzschlußläufer erfaßt und zur Ermittlung der Geschwindigkeit des Fahrzeuges ausgewertet wird.

Im Bereich kleiner Geschwindigkeiten bis zum Stillstand wird das Meßverfahren derart ausgebildet, daß ein Wicklungsstrang der Linearmaschine mit Wechselspannung konstanter Frequenzamplitude gespeist wird und die in dem zweiten, gegenüber dem ersten räumlich um 90° versetzten Wicklungsstrang induzierte Spannung phasenrichtig zur Speisespannung gleichgerichtet wird, wobei die gleichgerichtete Spannung ein nahezu lineares Abbild der Fahrzeuggeschwindigkeit ist.

Für höhere Betriebsgeschwindigkeiten der Schienenfahrzeuge wird die Meßeinrichtung nach einem weiteren Merkmal der Erfindung derart ausgebildet, daß die

Linearmaschine mit zwei- oder mehrphasiger Drehspannung oder zwei- oder mehrphasigem Drehstrom variabler Frequenz gespeist wird und über eine Regeleinrichtung die Frequenz der Speisespannung so eingestellt wird, daß die Geschwindigkeit des vom Ständer der Linearmaschine erzeugten Wanderfeldes die gleiche Geschwindigkeit wie das Fahrzeug hat, so daß das Wanderfeld gegenüber der Schiene stillsteht, d. h. das Wanderfeld ist synchron zur Schiene.

Die Geschwindigkeitsmeßeinrichtung ist nach einem weiteren Merkmal der Erfindung derart ausgebildet, daß als Sensor für die Regeleinrichtung eine Kraftmeßeinrichtung vorgesehen ist, die die von der Schiene auf den Ständer der Linearmaschine ausgeübte Kraft in oder gegen die Fahrtrichtung erfaßt.

Nach einem weiteren Merkmal der Erfindung wird als Sensor für die Regeleinrichtung ein Phasendetektor verwendet, der die Phasendifferenz der in zwei Meßwicklungen induzierten Spannungen mißt, wobei beide Meßwicklungen symmetrisch in Bezug auf senkrechte Achsen sind und eine erste Meßwicklung im Nutenboden des Ständers und eine zweite im Luftspalt zwischen Ständer und Schienen angeordnet ist, so daß die bei Nichtsynchronismus auftretende Verschiebung des Wanderfeldes in oder gegen die Fahrtrichtung zu den vorher beschriebenen Phasendifferenzen in zugeordneten Meßwicklungen führt.

Nach einem weiteren Merkmal der Erfindung wird als Sensor für die Regeleinrichtung eine Meßeinrichtung verwendet, die die von der Linearmaschine aufgenommene oder abgegebene Wirkleistung oder Wirkstrom mißt, die bei Synchronismus nach Abzug der Kupfer- und Eisenverluste Null sind.

Nach einem weiteren Merkmal der Erfindung besteht der Ständer der Linearmaschine aus einem mittlerem Teil und zwei Endteilen und die Hauptwicklung erstreckt sich über alle drei Teile und die Kraftmeßeinrichtung zur Beeinflussung der Regeleinrichtung wird nur von der von der Schiene auf den mittleren Teil des Ständers in oder gegen die Fahrtrichtung ausgeübten Kraft beaufschlagt. Weiterhin ist der mittlere Teil des Ständers der Linearmaschine im Fahrzeug so gelagert, daß die Wirkung von horizontalen Beschleunigungskräften auf diesen mittleren Teil durch eine entsprechende Gegenmasse aufgehoben wird.

Wenn als Sensor ein Phasendetektor verwendet wird, kann der Ständer der Linearmaschine auch einteilig ausgeführt werden und die Meßwicklungen sind im mittleren Teil des Ständers angeordnet, während sich die Hauptwicklungen über die gesamte Länge des Ständers erstrecken.

Wenn als Sensor ein Wirkleistungs- oder Wirkstrommesser vorgesehen ist, kann der Ständer der Linearmaschine ebenfalls einteilig ausgeführt werden und die Wirkleistung oder der Wirkstrom werden nur im mittleren Teil des Ständers gemessen.

Weiterhin können die Meßeinrichtungen Kompensationseinrichtungen enthalten, die störende Einflüsse, wie z. B. Änderungen des Luftspaltes zwischen Ständer und Schiene, Änderungen der Kupfer- und Eisenwiderstände infolge von Temperaturänderungen und dergleichen ausgleichen.

In den Fig. 1 bis 7 sind Ausführungsbeispiele der Erfindung dargestellt.

Es zeigen:

Fig. 1 das Prinzip der Erfindung;

Fig. 2 eine schematische Lösung gemäß der Erfindung;

Fig. 3 + 4 eine Lösung mit zwei Meßspulen:

Fig. 5 + 6 eine Lösung für langsam fahrende Schienenfahrzeuge und

Fig. 7 eine Kombination der Ausführungsbeispiele gemäß den Fig. 3 bis 6.

In Fig. 1 ist mit 1 die Schiene, die gleichzeitig den Kurzschlußläufer der Linearmaschine bildet, bezeichnet. Der entsprechende Ständer 2 der Linearmaschine ist am Fahrzeug 6, das nur schematisch angedeutet ist, befestigt. Der Ständer 2 der Linearmaschine ist mit einer Mehrphasigen Wicklung versehen, die von einem Umrichter 3 mit Strom oder Spannung variabler Frequenz gespeist wird. Das im Ständer 2 erzeugte Wanderfeld tritt in Wechselwirkung mit der Schiene 1, in der Kurzschlußströme induziert werden, die eine Antriebs- oder Bremskraft entwickeln, wenn das Wanderfeld nicht die gleiche Geschwindigkeit wie das Fahrzeug hat. Bei Synchronismus, d. h., wenn die Wanderfeldgeschwindigkeit gleich der Fahrzeuggeschwindigkeit ist, werden — abgesehen von den sogenannten Randeffekten der Linearmaschine — in der Schiene keine Kurzschlußströme induziert und keine Kräfte in oder gegen die Fahrtrichtung ausgeübt. Dieser Zustand wird von der Erfassungseinrichtung 5 ausgewertet. Wenn Abweichungen vom Synchronismus auftreten, wird ein Signal an die Regeleinrichtung 4 verändert die Frequenz  $f$  des Umrichters 3 derart, daß Synchronismus zwischen Wanderfeld- und Fahrzeuggeschwindigkeit erreicht wird. Die Umrichterfrequenz  $f$  ist somit ein exaktes Maß für die Fahrzeuggeschwindigkeit.

Um das Eintreten des Synchronismus festzustellen kann die auf den Ständer ausgeübte Kraft in oder gegen die Fahrtrichtung oder die Feldverzerrung benutzt werden.

In Fig. 2 ist eine Vorrichtung dargestellt, bei der die auf den Ständer ausgeübte Kraft in oder gegen die Fahrtrichtung ermittelt wird. Hier wird mittels einer Kraftmeßeinrichtung 25 die vom mittleren Ständerteil 22 der Linearmaschine in Fahrtrichtung auf die Halterung im Fahrzeug ausgeübte Kraft gemessen und auf die Regeleinrichtung 24 gegeben. Störende horizontale Beschleunigungskräfte (infolge Beschleunigung des Fahrzeuges) werden durch eine entsprechende Aufhängung 18 und 28 des Ständers mittels einer gleichgroßen Masse 26 kompensiert. Bekanntlich entstehen in den Randzonen am Anfang und Ende einer Linearmaschine durch den zeitlich verzögerten Aufbau des Wanderfeldes Randeffekte, die — auch bei Synchronismus — die Kraft in Fahrtrichtung nicht zu Null werden lassen. Um diese Randeffekte bei der Auswertung zu vermeiden, wird nach der Darstellung in Fig. 2, nur der mittlere Teil 22 der Linearmaschine zur Messung der Kraft herangezogen, während die Randteile 21 und 23 fest mit hier nicht dargestelltem Fahrzeug verbunden sind.

Bei dem in Fig. 3 dargestellten Ausführungsbeispiel wird die bei Abweichung vom Synchronismus durch die in der Schiene induzierten Wirbelströme verursachte Feldverzerrung im Ständer und im Luftspalt erfaßt. Zu diesem Zweck sind im Ständer 32 der Linearmaschine zwei Meßwicklungen 35 und 36 angebracht, von denen die erste 35 im Nutenboden oberhalb der Hauptwicklung 37 und die zweite 36 im Luftspalt zwischen Ständer und Schiene angeordnet ist. Die Meßwicklung 36 kann in einem nicht magnetischen Körper 38 eingebettet sein. Beide Meßwicklungen haben gleiche Form und gleiche horizontale Lage und umfassen den Fluß eines oder mehrerer Pole. Bei Synchronismus haben die in den bei-

den Meßwicklungen induzierten Spannungen die gleiche Phasenlage. Bei Abweichungen vom Synchronismus wird durch die in der Schiene induzierten Wirbelströme das Luftspaltwanderfeld in oder gegen die Fahrtrichtung verschoben, so daß eine Phasenverschiebung zwischen den Spannungen in den Meßwicklungen 35 und 36 entsteht, die in einem Phasendetektor 34 ausgewertet werden kann. Das Auswertesignal wird einer Regeleinrichtung zugeführt.

Um auch hier den störenden Einfluß der Randzone der Linearmaschine auszuschalten, werden die Meßwicklungen 35 und 36 nur im mittleren Teil des Ständers angeordnet, während sich die Hauptwicklungen 37 über die ganze Ständerlänge erstrecken.

Fig. 4 zeigt eine typische Auswertekennlinie, die sich bei den Ausführungsbeispielen gemäß Fig. 2 und 3 ergibt. Für die Ausführungsform gemäß Fig. 2 zeigt die Kurve die Abhängigkeit der mit der Kraftmeßdose 25 gemessenen Kraft  $R$  während sie bei dem Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 3 der mit dem Phasendetektor 34 gemessenen Phasenwinkel  $\phi$  zwischen den in den Meßwicklungen 35 und 36 induzierten Spannungen zeigt. Die Kraft  $P$  bzw. der Phasenwinkel  $\phi$  ist in Abhängigkeit von der Relativgeschwindigkeit  $v_{rel}$  des Wanderfeldes zur Schiene dargestellt. Da die Kurve relativ steil ist und die Steilheit unabhängig von der Absolutgeschwindigkeit des Fahrzeuges ist, wird mit dem erfindungsgemäßen Verfahren eine hohe Meßgenauigkeit erzielt.

Das in den Fig. 2 und 3 dargestellte Verfahren ist im Stillstand und bei sehr kleinen Geschwindigkeiten ungenau, da in diesem Bereich die Speisefrequenz zu klein ist und bei der Auswertung der Phasenlage nicht genügend Spannung in den Meßwicklungen zur Verfügung steht. Daher wird gemäß der Erfindung in diesem Bereich die Linearmaschine nach den bei rotierenden Maschinen bekannten Ferrarisprinzip betrieben. Die Linearmaschine hat entsprechend diesem Prinzip zwei um  $90^\circ$  räumlich versetzte Wicklungsstränge 51 und 52, wie es in Fig. 5 schematisch dargestellt ist. Einer dieser Wicklungsstränge 51 wird mit einer Wechselspannung konstanter Frequenz gespeist. Das von diesem Strang erzeugte Wechselfeld kann in zwei gegenläufige Wanderfelder gleicher Amplitude zerlegt werden. Bei Stillstand werden im Läufer 53, d. h. in der Schiene, beide Felder gleichmäßig gedämpft, so daß sie einander gleichbleiben. In der um  $90^\circ$  räumlich versetzten Wicklung 52 wird somit keine Spannung induziert. Bewegt sich der Ständer gegenüber der Schiene, so wird durch die Kurzschlußströme das mitlaufende Wanderfeld weniger, das gegenläufige dagegen stärker bedämpft. Durch das Differenzfeld wird jetzt in der Wicklung 52 eine mit der Geschwindigkeit ansteigende Wechselfeldspannung  $U_2$  mit der Frequenz der Speisespannung  $U_w$  induziert. Das Gleiche gilt bei umgekehrter Bewegungsrichtung, wobei die Phasenlage der Spannung  $U_2$  sich umkehrt. Gibt man beide Spannungen  $U_w$  und  $U_2$  auf einen phasenrichtigen Gleichrichter 54, so erhält man gemäß Fig. 6 eine Ausgangsgleichspannung  $U_1$ , die in einem bestimmten Bereich der Geschwindigkeit  $v$  proportional ist.

Fig. 7 zeigt eine Kombination der Ausführungsformen gemäß den Fig. 3 und 5. Der Ständer der Linearmaschine gemäß Fig. 7 besitzt eine zweiphasige Wicklung mit zwei um  $90^\circ$  räumlich versetzten Hauptwicklungen 51 und 52 und den eingangs beschriebenen Meßwicklungen 35 und 36.

Mit dem Schalter 77 kann zwischen den beiden Bereichen Stillstand und kleine Geschwindigkeit entsprechend Schalterstellung 1 und höhere Geschwindigkeit

entsprechend Schalterstellung 2 umgeschaltet werden. In der Stellung 1 speist der Umrichter 70 die Wicklung 51 der Linearmaschine 75 mit Wechselspannung konstanter Frequenz. In der räumlich um  $90^\circ$  versetzten Wicklung 52 wird eine geschwindigkeitsproportionale Spannung induziert, wie es bei Besprechung der Fig. 5 beschrieben wurde. Die Spannung der Wicklung 52 wird in dem Gleichrichter 54 phasenrichtig zur Spannung an der Wicklung 51 gleichgerichtet, so daß am Punkt 74 die in Fig. 6 dargestellte geschwindigkeitsproportionale Gleichspannung zur Verfügung steht.

In der Schalterstellung 2 werden die Wicklung 51 und 52 von den beiden Umrichtern 70 und 71 mit zwei um  $90^\circ$  phasenverschobenen Wechselspannungen variabler Frequenz gespeist, so daß im Ständer 75 der Linearmaschine ein Wandlerfeld entsteht. Die Phasenlage der in der beiden Meßwicklungen 35 und 36 erzeugten Spannungen wird in dem Phasendetektor 34 verglichen. Bei Abweichungen verstellt die Regeleinrichtung 73 die Frequenz der Umrichter 70 und 71, so daß die Phasenverschiebung der Spannungen in den Meßwicklung 35 und 36 zu Null wird. Die Umrichterfrequenz ist damit ein direktes Maß für die Fahrzeuggeschwindigkeit. Ein Frequenz-Spannungsumsetzer 78 bildet aus der Umrichterfrequenz eine proportionale Gleichspannung, die am Ausgangspunkt 74 als Signal zur Verfügung steht.

30

35

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -

Nummer:  
 Int. Cl. 4:  
 Anmeldetag:  
 Offenlegungstag:

35 26 932  
 G 01 P 3/42  
 27. Juli 1985  
 29. Januar 198

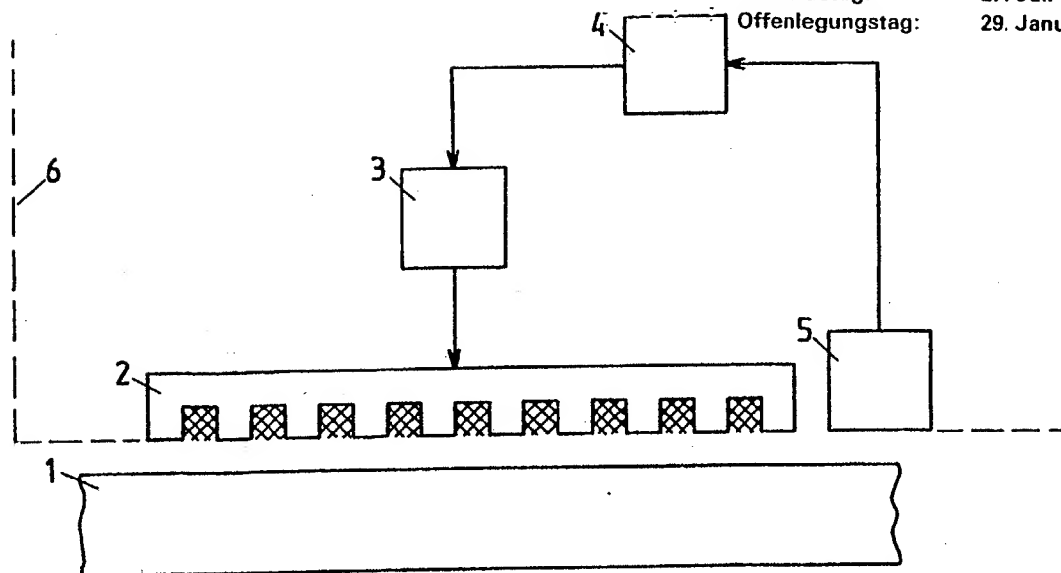


Fig. 1

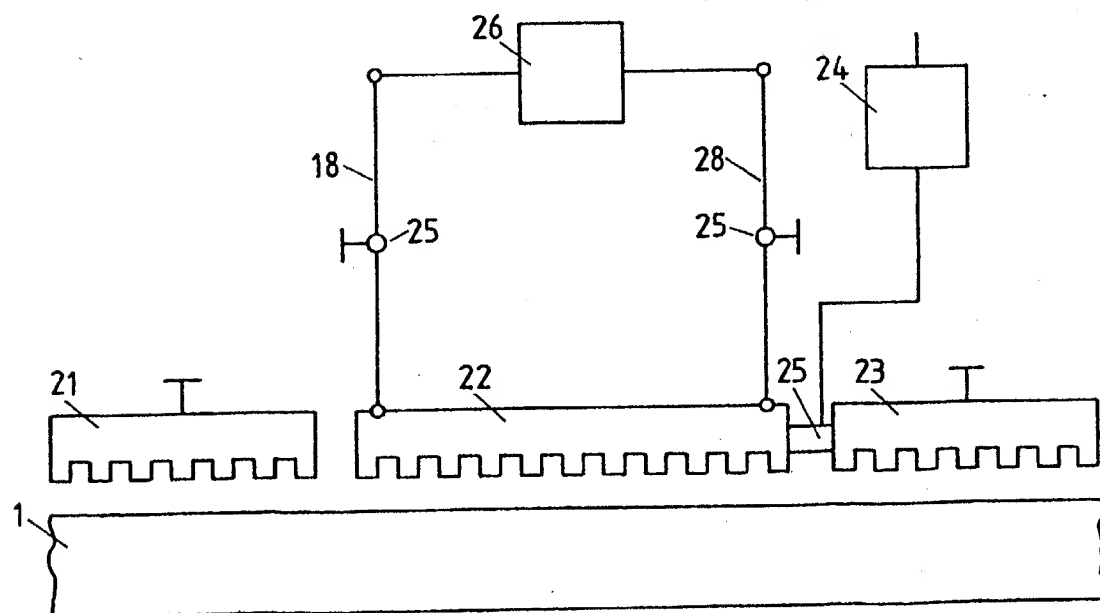


Fig. 2

608 865/378

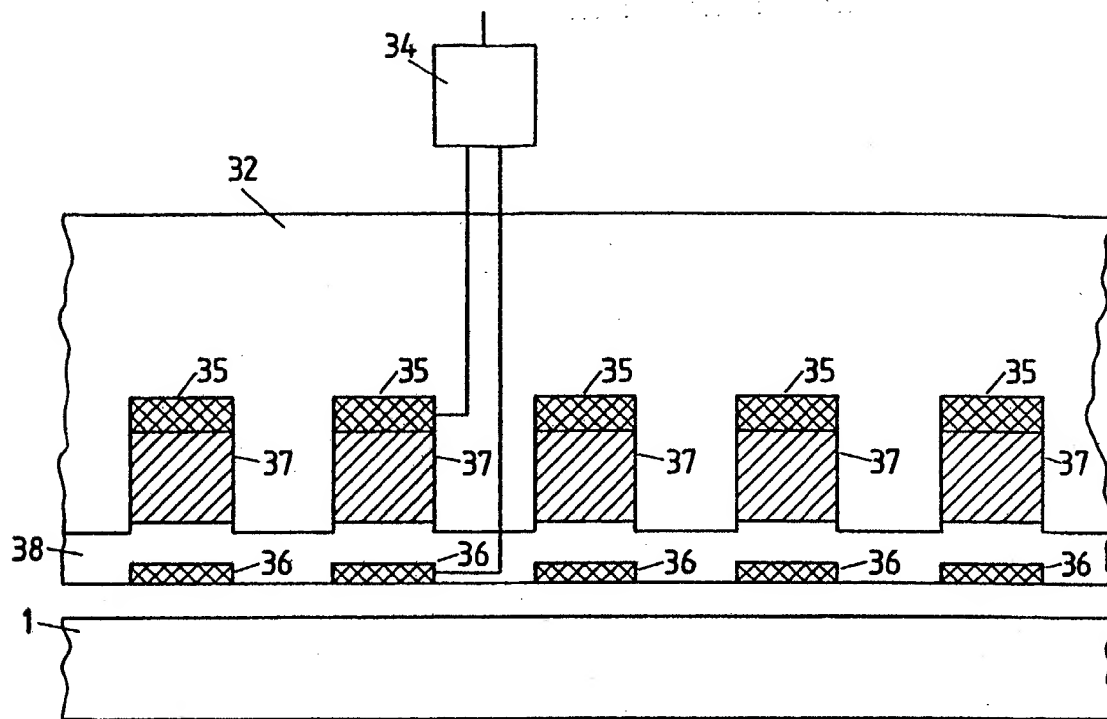


Fig. 3

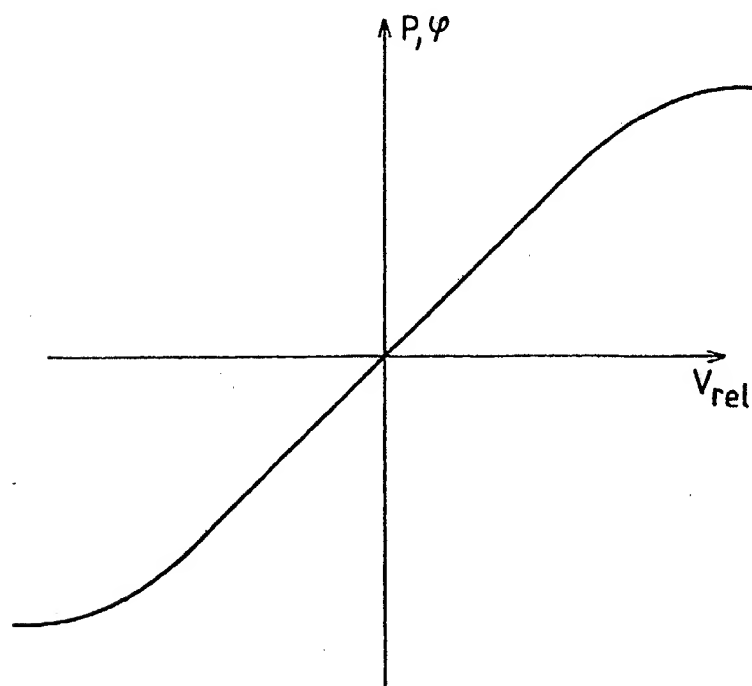


Fig. 4



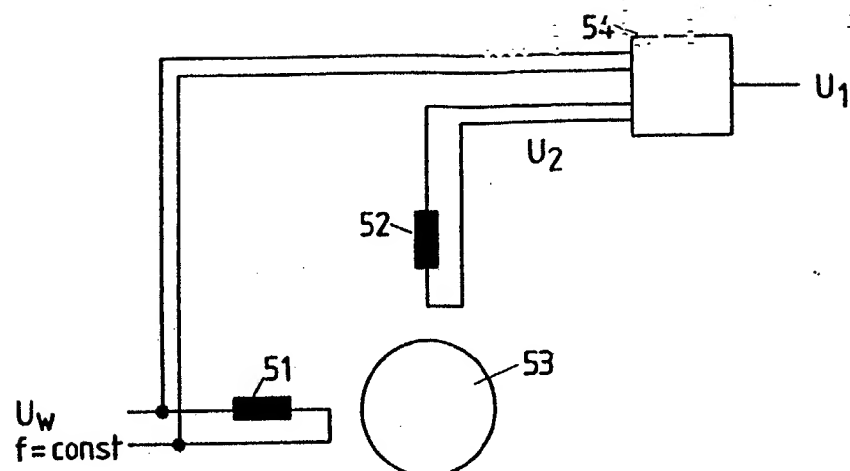


Fig. 5

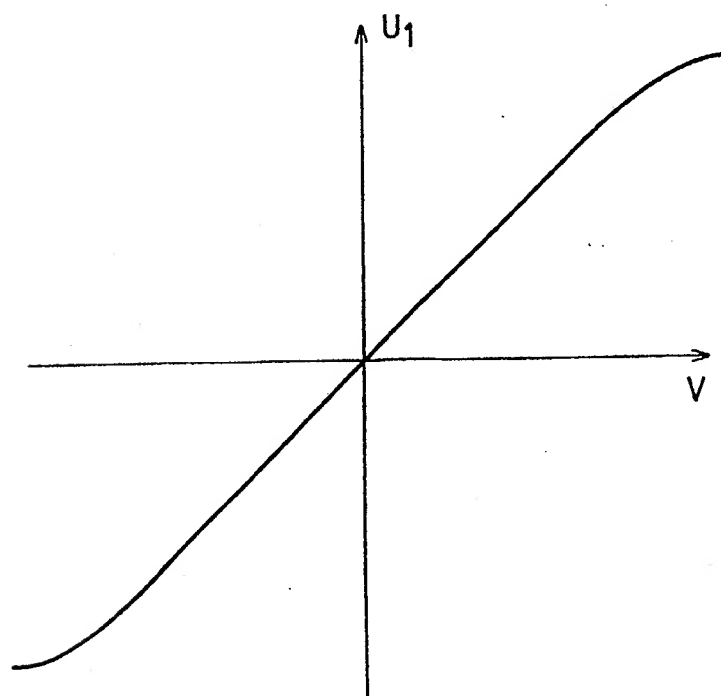


Fig. 6

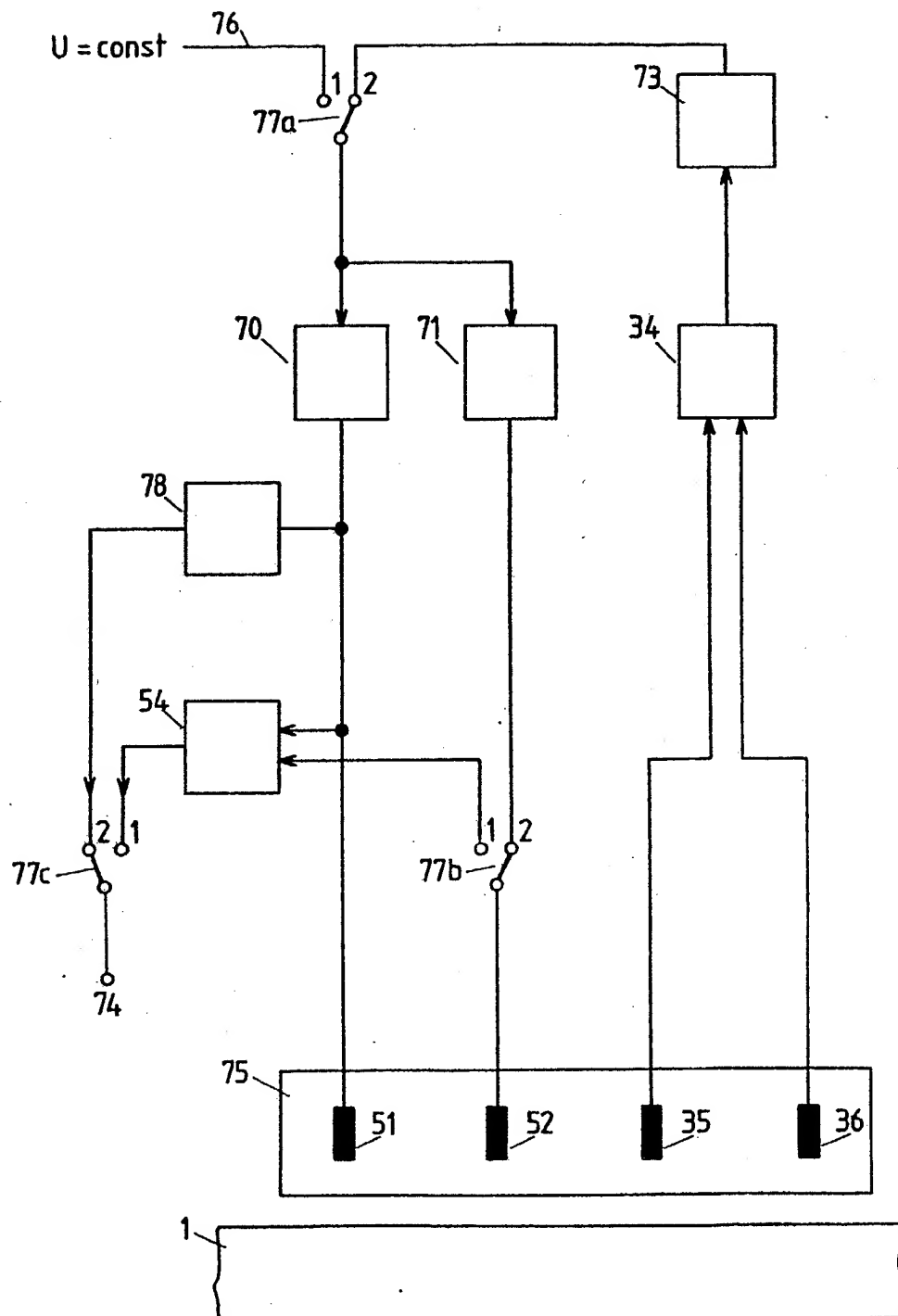


Fig. 7